

REC'D 24 AUG 2004
WIPO
PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 28 620.9

Anmeldetag: 25. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Verfahren und Netzknoten zur Wegesuche in
einem paketvermittelnden Kommunikations-
netz

IPC: H 04 L 29/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 6. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

Beschreibung

Verfahren und Netzknoten zur Wegesuche in einem paketvermittelnden Kommunikationsnetz

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und einen Netzknoten nach dem Oberbegriff des Anspruchs 5.

10 Paketvermittelnde Kommunikationsnetze, wie beispielsweise ein Internet-Protokoll-Netz, kurz IP-Netz, übertragen elektronische Daten in Form von Paketen bzw. Pulssrahmen von einem Quell-Netzknoten zu einem Ziel-Netzknoten über verschiedene zwischenliegende Netzknoten des Kommunikationsnetzes. Jeder
15 Netzknoten des Kommunikationsnetzes kann die Funktion als Quell- oder Zielnetzknoten für Datenpakete übernehmen. Die Netzknoten sind durch Verbindungen respektive Verbindungswege bzw. Links miteinander verbunden. Jedem dieser Netzknoten, wie Router, Switches, Gateways, Bridges, Netzelementen, etc.,
20 ist dabei mindestens eine Netzknotenadresse, z.B. eine IP-Adresse, zugewiesen.

Die Netzknotenadressen, Topologieinformationen und weitere Daten werden über Routing-Protokolle, wie OSPF, RIP, BGP, IS-IS, usw., an die Netzknoten des Kommunikationsnetzes verteilt. Die Informationen werden mit Hilfe sogenannter Protokoll Data Units, kurz PDUs, übertragen. Die PDUs enthalten, abhängig vom Routing-Protokoll, Informationen über den eigenen Netzknoten und den daran angeschlossenen Nachbarnetzknoten. Dadurch hat jeder Netzknoten Informationen über die im Kommunikationsnetz enthaltenen Netzknoten und deren Nachbarnetzknoten, so dass jeder Netzknoten einen Netzplan des Kommunikationsnetzes daraus erstellen kann bzw. könnte. Durch Auswertung und Speicherung der in den Routing-Protokoll-PDUs enthaltenen Informationen bzw. der ermittelten Netzsicht kann jeder Netzknoten anhand bekannter Protokolle bzw. Algorithmen jeweils Routen zu allen Netzknoten des Kommunikationsnetzes

berechnen und speichern. Routing-Protokolle, wie OSPF und IS-IS, haben dabei zwei Hauptfunktionen:

5 1. Protokoll zur Erkennung der Topologie bzw. zum Aufsammeln der zur Wegesuche benötigten Information.

10 2. Wegesuche und Abbilden der ausgewählten Wege in einer Routing Tabelle, Forwarding Lookup Tabelle, Forwarding Information Base bzw. Steuerungstabelle des Netzknoten.

15 Ein Algorithmus zur Berechnung von Routen bzw. Wegen zu einem Netzknoten in einem Netz ist beispielsweise das shortest path Wegesuch-Verfahren, das in den Routing-Protokollen OSPF und IS-IS angewendet wird. Um dessen Beschränkung im Hinblick auf die sogenannte Quality of Service, kurz QoS, und Verfügbarkeit zu umgehen, werden mittlerweile auch erweiterte Wegesuch-Verfahren vorgeschlagen, wie das Mehrwege- respektive Multipath-Routing. Eine Art von Multipath-Routing ist das sogenannte equal cost multipath Verfahren, kurz ECMP.

20 Je nach Netz-Topologie führt eines der verfügbaren Wegesuch-Verfahren zu einer besseren Lösung.

Die durch einen im Netzknoten implementierten Algorithmus ermittelten Routen, Wege bzw. Routing-Wege zu einem Ziel-Netzknoten bzw. zu einem an einem Netzknoten angeschlossenen Ziel-System werden dabei in einer sogenannte Routing-Tabelle, Forwarding Lookup Tabelle, Steuerungstabelle bzw. Forwarding Information Base des Netzknotens abgespeichert. Diese enthält die Netzknotenadresse des Ziel-Netzknotens bzw. Ziel-Systems, 30 die Netzknotenadresse des zu diesem Ziel führenden Nachbar-Netzknotens und weitere Informationen.

35 Eingehende Datenpakete mit einer Ziel-Netzknotenadresse können an Hand der Routing-Tabelle zum Ziel-Netzknoten weitergeleitet werden. Dabei wird die Ziel-Netzknotenadresse mit den Einträgen in der Routing-Tabelle verglichen und bei Überein-

stimmung der Nachbarnetzknoten und das Interface ermittelt, über die das Paket zum Ziel-Netzknoten übertragen wird.

5 Ein heutiger Router kann zur Bildung seiner Routing-Tabelle oder Forwarding Lookup Tabelle, nach der dann bei der Daten-paketweiterleitung für jedes Paket der next hop bestimmt wird, Ergebnisse aus den durch den Algortihmus ausgewerteten Routing-Informationen und durch manuell konfigurierte statische Routen heranziehen.

10

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, die Routing-Wegfindung in einem Netzknoten eines paketvermittelnden Kommunikationsnetzes zu verbessern.

15 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch einen Netzknoten mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

20 Durch die Verwendung mindestens zweier bzw. mehrerer Wege-suchverfahren zu einem Netzknoten bzw. Ziel-System des Kommu-nikationsnetzes ist es möglich, unterschiedliche, der Netz-Topologie optimal angepasste Wegesuch-Strategien in einem Netzknoten bzw. Netz gleichzeitig als "Wegesuch-Baukasten" zu kombinieren. Der Vorteil besteht darin, eine der Topologie optimal angepasste Routing-Wegeführung zu ermöglichen. Zudem können die Beschränkungen eines im allgemeinen guten Wege-suchverfahrens durch die Kombination mit einem speziellen We-gesuchverfahren ausgeglichen werden.

30 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unter-ansprüchen angegeben.

35 Die Anwendung eines Mehrwege-Suchverfahrens und eines shor-test path Suchverfahrens bzw. Algorithmus in einem Netzknoten eines Kommunikationsnetzes hat den Vorteil, dass in nicht vollständig mehrwegefähigen Kommunikationsnetzen neue Wege-such-Strategien eingeführt werden können. Z.B. kann ein Netz bei der Einführung eines Mehrwege-Routing-Verfahrens mit der

5 Forderung nach mindestens zwei disjunkten Routing-Wegen topologische Einschränkungen besitzen, die ein durchgängiges Mehrwege-Routing mit zwei Routen verhindern. So lange diese Situation besteht, kann hier das Mehrwege-Verfahren mit dem shortest path Verfahren kombiniert werden.

Eine Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden beschrieben.

10 Dabei zeigt:

Figur 1 einen Ausschnitt aus einem Netzknoten zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15 Figur 2 eine Variante eines Netzknotens nach Figur 1.

20 Die Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Netzknoten, der in einem aus mehreren Netzknoten bestehenden Kommunikationsnetz betrieben wird. Dargestellt ist eine Protokollauswertereinrichtung P, der Routing-Protokoll PDUs anderer Netzknoten empfängt und diese auswertet. Die Protokollauswertereinrichtung P führt die empfangenen Informationen einer Wegesucheinrichtung WSE zu, die diese Informationen aufteilt und mehrere Wegesuchverfahren WS₁, ..., WS_n zuführt. Die Wegesuchverfahren WS₁, ..., WS_n ermitteln jeweils mit unterschiedlichen Algorithmen bzw. aufgrund unterschiedlicher Algorithmen verschiedene Wege zu den Netzknoten, Ziel-Netzknoten bzw. den an den Netzknoten angeschlossenen Ziel-Systemen des Kommunikationsnetzes. Beispielsweise ermittelt das erste Wegesuchverfahren WS₁ mit einem shortest-path Algorithmus, wie dem Dijkstra-Algorithmus, den kürzesten Weg zu den jeweiligen Netzknoten. Das zweite Wegesuchverfahren WS₂ ermittelt mit einem Mehrwege- bzw. Multipath-Algorithmus eine Wegemenge zu einem jeweiligen Netzknoten. Ein drittes Wegesuchverfahren 30 WS₃ ermittelt durch einen weiteren Algorithmus, wie dem Bellman-Ford-Algorithmus, den kostengünstigsten, ausfallsicheren oder effektivsten Weg zu einem Netzknoten. Weitere Wege-

suchverfahren ermitteln analog Routing-Wege zu Netzknoten entsprechend vorgegebener Randbedingungen bzw. Algorithmen. Die von den Wegesuchverfahren WS₁, ..., WS_n ermittelten Routing-Wege werden einem Entscheider E zugeführt, der aus den 5 ermittelten Routing-Wegen jeweils einen für den Netzknoten in der jeweiligen Netz-Topologie optimalen oder entsprechenden Kriterien genügenden Routing-Weg zu einem Netzknoten auswählt. Der ausgewählte Routing-Weg zu einem Ziel-Netzknoten wird vom Entscheider einer Forwarding Information Base FIB 10 respektive Routing-Tabelle oder Steuerungstabelle zugeführt, die diesen in eine Tabelle oder Datenbasis einträgt. An Hand der Forwarding Information Base FIB werden Datenpakete durch eine Routing-Einrichtung RE weitergeleitet bzw. geroutet. Dies erfolgt dadurch, dass zuerst die Ziel-Adresse eines empfangenen Datenpaketes durch die Routing-Einrichtung RE ermittelt wird. Diese Ziel-Adresse wird von der Routing-Einrichtung RE an die Forwarding Information Base FIB übermittelt. Durch Vergleich der Ziel-Adresse mit gespeicherten 15 Werten wird der Ausgang respektive das Interface, der Port 20 bzw. der Nachbarnetzknoten ermittelt, zu dem das Datenpaket gesendet werden muss, um zur Ziel-Adresse zu gelangen. Diese Information wird von der Forwarding Information Base FIB zur Routing-Einrichtung RE übertragen, die daraufhin das Datenpaket zum entsprechenden Netzknoten weiterleitet.

In einer Ausführung der Erfindung können die durch die verschiedenen Wegesuchverfahren ermittelten Routing-Wege bzw. Routen gemeinsam in die Forwarding Information Base FIB eingetragen, so dass mehrere, nach unterschiedlichen Verfahren 30 ermittelte Routen parallel in der Forwarding Information Base FIB eingetragen und gemeinsam aktiv sind.

Ebenfalls kann das in der jeweiligen Situation zu verwendende Wegesuchverfahren nach verschiedensten Kriterien ausgewählt 35 werden. So laufen mehrere Wegesuchverfahren nicht gleichzeitig ab, sondern es wird jeweils ein bestimmtes Wegesuchverfahren für einen bestimmten Netzknoten oder für einen be-

stimmten Ziel-Netzknoten verwendet. So kann je nach Eigenschaften des Netzknotens ein geeignetes Verfahren für die Routing-Wegeermittlung gewählt werden. Ebenso kann je nach Eigenschaften des Ziel-Netzknotens ein geeignetes Verfahren für die Routing-Wegeermittlung zu diesem Zielknoten ausgewählt und verwendet werden.

Es kann in einem Teil des Kommunikationsnetzes eine Mehrwege-Routing Verfahren verwendet werden und in einem anderen Teil des Kommunikationsnetzes ein shortest path Wegesuchverfahren verwendet werden. Ebenso können andere topologische Kriterien für die Wegesuche verwendet werden. Es lassen sich Routing-Wege durch Wegesuchverfahren bzw. entsprechende Algorithmen nach verschiedenen Kriterien wie Kosten, Redundanzanforderungen oder Qualität ermitteln.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Netzknoten gemäß Figur 1, mit dem Unterschied, dass die von der Protokollauswerteeinrichtung P der Wegesuchseinrichtung WSE zugeführten Informationen in der Wegesuchseinrichtung WSE über eine erste Schaltvorrichtung S1 zu einem von mehreren möglichen Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn führen. Die Ausgänge der Wegesuchverfahren WS1, ..., WSn sind über eine zweite Schaltvorrichtung S2 mit dem Eingang der Forwarding Information Base FIB verbunden. Die beiden Schaltvorrichtungen S1 und S2 werden parallel durch den Entscheider E gesteuert derart, dass die Informationen der Protokollauswerteeinrichtung P jeweils einem "ausgewählten" Wegesuchverfahren und die durch das ausgewählte Wegesuchverfahren ermittelten Routing-Wege der Forwarding Information Base FIB zugeführt werden.

In diesem Fall wählt der automatisch oder manuell gesteuerte Entscheider E eines von mehreren im Netzknoten implementierten Wegesuchverfahren bzw. Algorithmen für die Routing-Wegfindung des Netzknotens aus.

35

In einer Ausgestaltung ermittelt jeder Netzknoten aufgrund der zwischen den Netzknoten durch Routing-Protokolle ausge-

tauschten Topologie-Informationen zunächst die Netzstruktur und analysiert diese. Anschließend ordnet er nach bestimmten vorgegebenen Kriterien bestimmten Ziel-Knoten, Netz-Abschnitten, Leitungen oder Adressbereichen ein entsprechendes Wegesuch-Verfahren zu. Die Ergebnisse der Wegesuche werden dann in der Forwarding Information Base FIB bzw. Routing-Tabelle eingetragen.

Der Entscheider für das optimale Wegesuchverfahren kann:

- manuell durch ein externes Managementsystem gesteuert sein, indem jedem Netzknopen manuell vorgegeben wird, welches Wegesuchverfahren oder Wegesuchergebnis er verwenden soll,
- nach vorgegebene Merkmalen oder Randbedingungen ein Wegesuchverfahren automatisch auswählen,
- nach vorgegebenen topologischen Merkmalen bzw. Gesichtspunkten die Ergebnisse einer Wegesuche verwenden
- pro Ziel-Netzknopen ein bestimmtes Wegesuchverfahren verwenden bzw. die Ergebnisse eines bestimmten Wegesuchverfahrens / Algorithmus verwenden oder
- nach anderen Kriterien auswählen.

Der Kern des Erfindung besteht darin, dass ein Netzknopen Routing-Wege nach mehreren Wegesuch-Verfahren bzw. Algorithmen ermitteln kann. Das kann dadurch erfolgen, dass aus den ausgetauschten Topologie-Informationen eines Routing-Protokolls durch mehrere Algorithmen bzw. Wegesuchverfahren parallel mehrere Routing-Wege ermittelt werden. Dies erfolgt unabhängig vom verwendeten Routing-Protokoll und diesem Protokoll zugeordneten Wegesuchverfahren. Das bedeutet, dass unabhängig vom verwendeten Routing Protokoll, wie OSPF, RIP, IS-IS, BGP, usw., mehrere Routing-Wege nach unterschiedlichen Algorithmen ermittelt werden. Es werden nur die Topologie-Informationen des eingesetzten Routing-Protokolls verwendet. Ein durch bestimmte Kriterien gesteuerter Entscheider ermittelt dann die für den jeweiligen Zweck passenden Routing-Wege. Hierbei können auch mehrere Routing-Wege, wie Backup-

Routing-Wege, in die Forwarding Information Base FIB bzw. Routing-Tabelle eingetragen werden.

Ebenfalls kann abhängig vom Entscheider ein bestimmtes Wege-
5 suchverfahren bzw. ein bestimmter Algorithmus aus einer Reihe
verfügbarer Verfahren bzw. Algorithmen die Routing-Wege zu
einem Ziel-Netzknoten für einen Netzknoten ermitteln.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wegesuche in einem mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetz, bei dem mindestens 5 ein Netzknoten ein Zielnetzknoten ist und in mindestens einer Teilmenge der Netzknoten des Kommunikationsnetzes ein Wegesuchverfahren zu einem Zielnetzknoten betrieben wird, dessen Ergebnisse in einer Routing Tabelle gespeichert werden durch gekennzeichnet,
10 dass in mindestens einem Netzknoten mindestens zwei Wegesuchverfahren zu einem Zielnetzknoten angewendet werden und das Ergebnis mindestens eines der Wegesuchverfahren in der Routing-Tabelle gespeichert wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,
durch gekennzeichnet,
dass die in einem Netzknoten durch die Wegesuchverfahren ermittelten, zu einem Zielnetzknoten führenden Verbindungswege jeweils gespeichert werden, einem Entscheider zugeführt werden, der aus der Menge der durch die Wegesuchverfahren ermittelten, zu einem Zielnetzknoten führenden Verbindungswege einen Verbindungsweg auswählt und diesen Verbindungsweg in eine Routing-Tabelle / Steuerungstabelle des Netzknotens einträgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
durch gekennzeichnet,
dass als Wegesuchverfahren ein Shortest-Path-Wegesuchverfahren verwendet wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
durch gekennzeichnet,
dass als Wegesuchverfahren ein Multipath- respektive Mehrwegesuchverfahren verwendet wird.
- 35 5. Netzknoten eines mehrere Netzknoten aufweisenden paketvermittelnden Kommunikationsnetzes, bei dem mindestens ein Netzknoten ein Zielnetzknoten ist oder an mindestens einem Netz-

10

knoten ein Ziel-System angeschlossen ist und in mindestens einer Teilmenge der Netzknoten des Kommunikationsnetzes ein Algorithmus zur Wegesuche zu einem Ziel-Netzknoten oder Ziel-System gespeichert ist, dessen Wegesuch-Ergebnisse in einer 5 Routing-Tabelle gespeichert sind,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass in mindestens einem Netzknoten wenigstens zwei Algorithmen zur Wegesuche gespeichert sind und dass in der Routing-10 Tabelle mindestens ein Ergebnis der Wegesuch-Algorithmen gespeichert ist.

6. Netzknoten nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass zu Auswahl der Ergebnisse der verschiedenen Algorithmen 15 zur Wegesuche ein Entscheider vorgesehen ist.

7. Netzknoten nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass durch einen Entscheider einer der verfügbaren Algorithmen 20 zur Wegesuche auswählbar ist und dessen Ergebnisse in die Routing-Tabelle eintragbar sind.

8. Netzknoten nach Anspruch 5, 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass pro Ziel-Netzknoten oder Ziel-System einer der verfügbaren Algorithmen zur Wegesuche auswählbar ist und dessen Ergebnisse in die Routing-Tabelle eintragbar sind.

Zusammenfassung

Verfahren und Netzknoten zur Wegesuche in einem paketvermittelnden Kommunikationsnetz

5

In einem Netzknoten eines aus mehreren Netzknoten bestehenden paketvermittelnden Kommunikationsnetz werden in mindestens einem Netzknoten mindestens zwei Wegesuchverfahren zu einem Zielnetzknoten seriell oder parallel angewendet und das Ergebnis mindestens eines der Wegesuchverfahren in der Routing-Tabelle gespeichert.

10

Figur 1

15

2003 08261

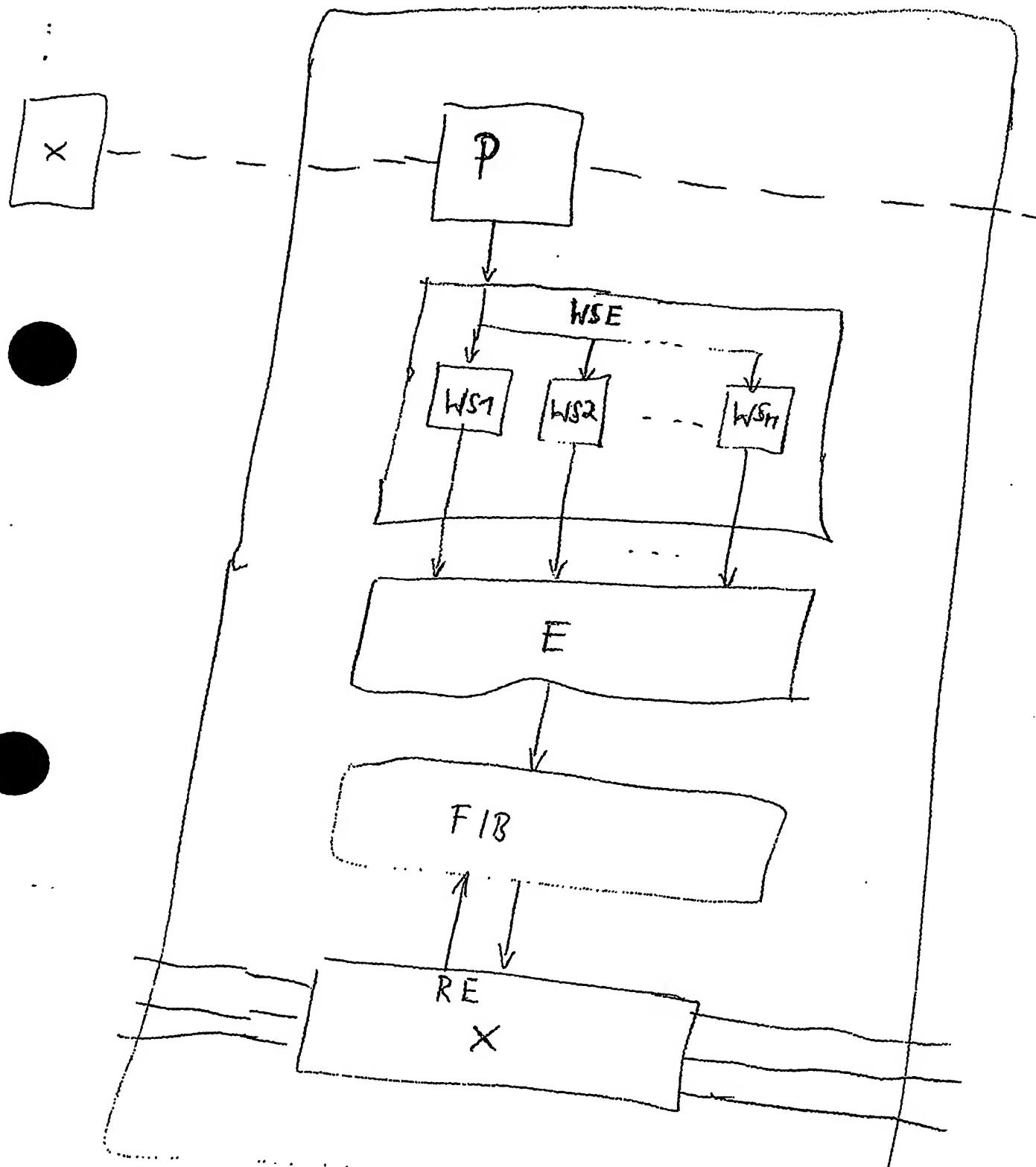
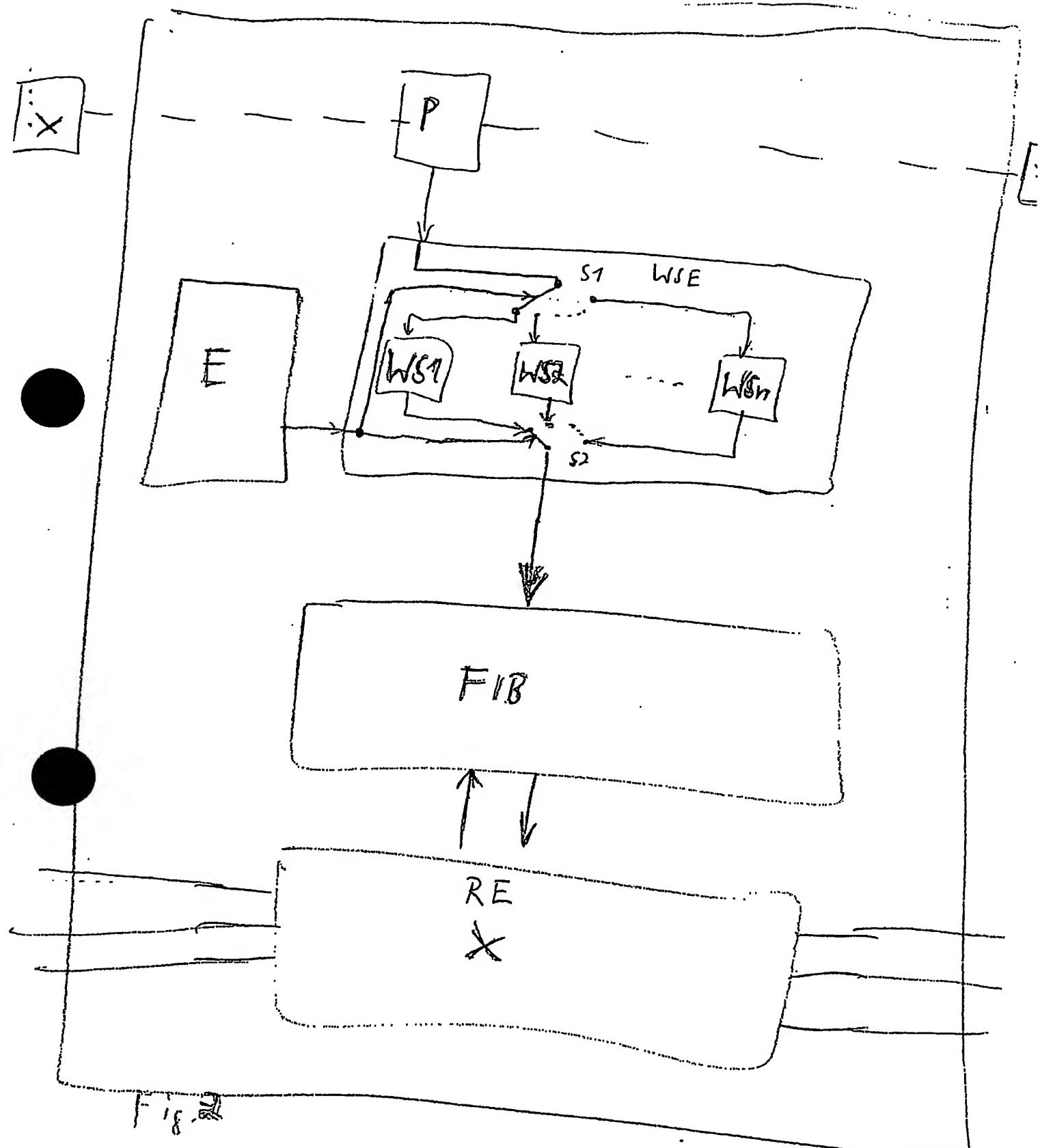


Fig. 1

BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY